大杨树盆地中部甘河地区嫩江组沉积期古环境分析

孙雷[1)]，卞雄飞[1)]，曾振[2)]
1) 中国地质调查局沈阳地质调查中心，沈阳，110034；
2) 航天建筑设计研究院有限公司，北京，100162

关键词：大杨树盆地; 甘河地区; 嫩江组; 古环境

大杨树盆地位于内蒙古自治区东部阿荣旗、鄂伦春自治旗及黑龙江省甘南县境内，盆地西接大兴安岭，东依嫩江断裂与松辽盆地西缘紧邻，为在晚侏罗世褶皱基础上发育的一个呈北北东向长条带状展布的中新生代断陷—坳陷型盆地，面积约为15600 km^2，主要由火山岩、火山碎屑岩及正常碎屑岩组成，盆内地层自下而上为下白垩统龙江组、九峰山组、甘河组、上白垩统嫩江组以及新近系中新统金山组和第四系（刘志宏等，2008）。本文系统分析大杨树盆地中部甘河地区嫩江组暗色泥岩微量及稀土元素特征，探讨嫩江组沉积期的古气候、古盐度、古氧化还原条件等沉积介质环境，对该地区嫩江组烃源岩的成因及油气勘探具有一定的指导意义。

1　大杨树盆地嫩江组基本地质特征

大杨树盆地嫩江组地层呈小片状分布于内蒙古自治区莫力达瓦达斡尔族自治旗的达拉滨、萨马街和诺敏河小二沟以北及西南一带等。在大杨树盆地嫩江组沉积时期，盆地水体与松辽盆地连为一体，同属于湖相沉积环境，总体表现为一套滨浅湖相特点的浅灰、灰黑色泥岩、粉砂岩沉积，底部有时有砂砾岩，沉积厚度约 50~100 m（吴河勇，2003）。

2　大杨树盆地中部甘河地区嫩江组样品采集及测试方法

本文采集的样品为大杨树盆地中部甘河地区所发现的一系列嫩江组暗色泥岩露头，出露范围较广（图 1），主要分布在地势低洼冲沟处，可见厚度约 2~5 m，岩性主要为灰色、灰黑色泥岩，采取其中 15 件嫩江组暗色泥岩露头样品进行测试分析。

样品测试分析由东北矿产资源监督检测中心完成。采用三酸—水溶矿法，运用电感耦合等离子质谱仪ICP-MS（X series）进行微量、稀土元素测定。测试结果的相对标准偏差小于5%。

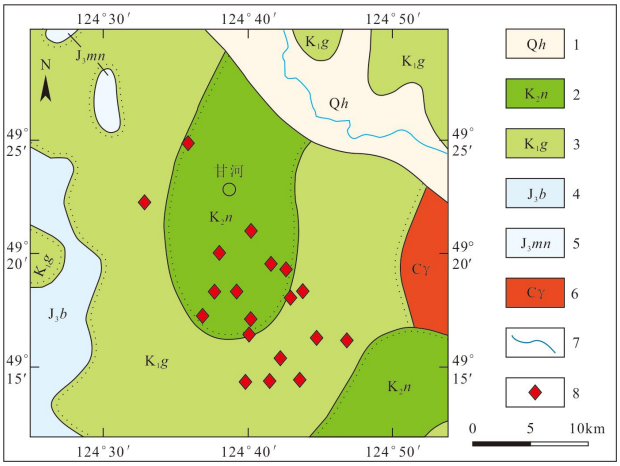

图1　大杨树盆地中部甘河地区嫩江组暗色泥岩露头位置图

1.第四系全新统：冲积、洪冲积、风积、沼泽等沉积；2.上白垩统嫩江组：泥岩为主，夹细砂岩、粉砂岩，下部夹油页岩；3.下白垩统甘河组：玄武岩、玄武安山岩及玄武质火山角砾岩夹沉积岩；4.上侏罗统白音高老组：杂色酸性火山碎屑岩、熔岩、凝灰岩及沉积岩；5.上侏罗统玛尼吐组：中性火山熔岩、火山碎屑岩夹粗安岩及沉积岩；6.石炭纪花岗岩；7.河流；8.暗色泥岩露头位置

注：本文为中国地质调查局资助项目（编号:DD20190097）的成果。
收稿日期：2019-01-10；改回日期：2019-03-20；责任编辑：刘恋。 Doi：10.16509/j.georeview.2019.s1.040
作者简介：孙雷，男，1988 年生，硕士，工程师，矿产普查与勘探专业，Email：281270393@qq.com。

3 古环境分析

3.1 古气候

本文采用喜干型元素 Sr 与喜湿型元素 Cu 的比值作为古气候变化研究的参数。通常 Sr/Cu 比值介于 1~10 之间指示温湿气候，而大于 10 指示干热气候（邓宏文等，1993）。大杨树盆地中部甘河地区嫩江组泥岩中的 Sr/Cu 值为 3.08~10.45（n=15），其中 14 个样品 Sr/Cu 值＜10，平均为 4.86，反映嫩江组沉积时期为温湿气候条件。

3.2 古盐度

古盐度在恢复沉积时期古地理环境和古气候中具有重要的应用。B/Ga 值是分析古盐度的一个重要参数之一，B 和 Ga 是两种化学性质不同的元素，B 酸盐溶解度大，可迁移，只有当水蒸发后才析出，Ga 活动性低，易于沉淀（李进龙等，2003）。淡水环境 B/Ga 值一般＜3.0~3.3，海水环境 B/Ga 值一般＞4.5~5.0，介于二者之间为过渡环境（王益友等，1979）。大杨树盆地中部甘河地区嫩江组泥岩中的 B/Ga 值为 0.79~1.40（n=15），平均为 1.00，反映嫩江组沉积期水体环境为淡水环境。

3.3 古氧化还原反应

V、Ni 等微量元素及 Fe、Cu、Zn 等金属元素对水体的氧化还原环境较为敏感，这些元素的溶解度或化学价态受水体环境氧化还原状态控制，因此可以作为判断其水体氧化—还原环境的重要指标（张天福等，2016）。

通常认为，当沉积岩中 V/（V+Ni）值＞0.6 时，则代表沉积时水体处于缺氧的还原环境（Jones et al.，1994）。大杨树盆地中部甘河地区嫩江组泥岩样品 V/（V+Ni）值为 0.80~0.89（n=15），平均值为的 0.84，反映了嫩江组时期水体环境为缺氧条件，且具有还原性。

稀土元素 Ce 与 Eu 的价态变化可以反映沉积时古水体的氧化还原环境。当水体为酸性介质或还原条件时，Eu^{3+}与 Ce^{4+}易被还原成 Eu^{2+}和 Ce^{3+}发生元素再次转移，此条件下形成的沉积物因 Eu^{3+}和 Ce^{4+}的亏损而产生负异常，因此沉积岩中的 Eu 和 Ce 负异常可指示酸性还原环境。大杨树盆地中部甘河地区嫩江组的泥岩样品经过球粒陨石标准化后，表现为 Eu 具有亏损和 Ce 的弱亏损，反映嫩江组沉积期水体为还原环境。

此外，Cu、Zn 均系铜族元素，在沉积过程中受氧化还原条件的影响出现分异，随着水体氧含量的升高，会出现由 Zn 向 Cu 过度的沉积分带，即 Cu/Zn 值与水体中氧含量的值呈正相关。通过大量的数据对比研究，梅水泉计算出 Cu/Zn 值与氧化-还原环境的对应关系，当 Cu/Zn 的值小于 0.38 时，则表示水体为还原环境（梅水泉，1988）。大杨树盆地中部甘河地区嫩江组泥岩样品 Cu/Zn 值为 0.17~0.47（n=15），大部分样品 Cu/Zn 值＜0.38，平均值为 0.32，亦表明水体为还原环境。

4 结论

（1）大杨树盆地中部甘河地区嫩江组沉积时期为温湿气候条件。

（2）大杨树盆地中部甘河地区嫩江组沉积时期古水体条件为淡水环境。

（3）大杨树盆地中部甘河地区嫩江组古沉积环境为酸性还原环境，有利于有机质保存，具备形成优质烃源岩的地质条件。

参 考 文 献 / References

邓宏文，钱凯. 1993. 沉积地球化学与环境分析. 兰州：甘肃科学技术出版社：1~154.

李进龙，陈东敬. 2003. 古盐度定量研究方法综述. 油气地质与采收率，10（5）：1~3.

刘志宏，吴相梅，朱德丰，崔敏，柳行军，李晓海. 2008. 大杨树盆地的构造特征及变形期次. 吉林大学学报（地球科学版），38（1）：27~33.

梅水泉. 1988. 岩石化学在湖南前震旦系沉积环境及铀来源研究中的应用. 湖南地质，7（3）：25~31.

王益友，郭文莹，张国栋. 1979. 几种地球化学标志在金湖凹陷阜宁群沉积环境中的应用. 同济大学学报，7（2）：51~60.

吴河勇. 2003. 大杨树盆地成藏条件及含油气系统研究. 导师：李思田. 中国地质大学（北京）矿产普查与勘探系博士学位论文，1~125.

张天福，孙立新，张云，程银行，李艳锋，马海林，鲁超，杨才，郭根万. 2016. 鄂尔多斯盆地北缘侏罗纪延安组、直罗组泥岩微量、稀土元素地球化学特征及其古沉积环境意义. 地质学报，90（12）：3454~3472.

Jones B，Manning D A C. 1994. Comparion of geochemical indices used for the interpretation of paleoredox conditions in ancient mudstones. Chemical Geology，111（1-4）：111~129.

SUN Lei, BIAN Xiongfei, ZENG Zhen: Paleoenvironmental analysis during sedimentary period of Nenjiang Formation in Ganhe region of the central Dayangshu Basin

Keywords: Dayangshu Basin; Ganhe region; Nenjiang Formation; paleoenvironmental